

f)

METHOD AND DEVICE FOR ANALYTIC MESH GENERATION

Patent Number: JP11144093

Publication date: 1999-05-28

Inventor(s): NISHIGAKI ICHIRO; TAKIZAWA CHIE; HARIGAI MASAYUKI

Applicant(s): HITACHI LTD

Requested Patent: JP11144093

Application Number: JP19970308478 19971111

Priority Number(s):

IPC Classification: G06T17/20

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a device for analytic mesh generation which can automatically generate hexahedral (quadrilateral) meshes consisting of less-distorted elements.

SOLUTION: An analytic mesh generating method, which receives shape model data to be analyzed and basic data for analytic mesh generation, maps lattice points of a mapping model 402 to a shape model 401 to generate analytic meshes, determines a distortion of elements of the generated mesh 403, changes lattice parts of the mapping model corresponding to an element with large distortion, and uses the changed mapping model 404 to generate analytic meshes 405. The basic data for analytic mesh generation are regarded as the target element size of the analytic meshes 403 and the mapping model 402 is generated preferably from the shape model data and basic data for analytic mesh generation.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-144093

(43)公開日 平成11年(1999)5月28日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 6 T 17/20

識別記号

F I
G 0 6 F 15/60

6 1 2 J

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 6 頁)

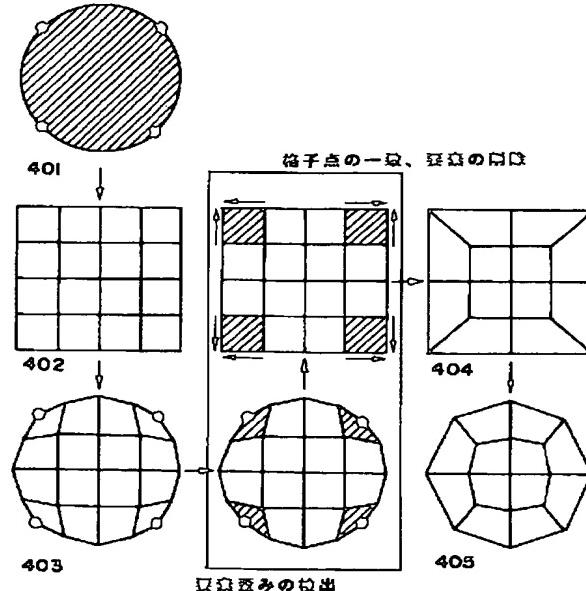
| | | | |
|----------|------------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平9-308478 | (71)出願人 | 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 |
| (22)出願日 | 平成9年(1997)11月11日 | (72)発明者 | 西垣 一朗 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内 |
| | | (72)発明者 | 滝沢 千恵 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内 |
| | | (72)発明者 | 針谷 昌幸 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内 |
| | | (74)代理人 | 弁理士 沼形 義彰 (外1名) |

(54)【発明の名称】 解析メッシュ生成方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 歪みの少ない要素で構成される六面体(四角形)メッシュを自動生成できる解析メッシュ生成方法及び装置を提供する。

【解決手段】 解析対象の形状モデルデータと解析メッシュ生成用基礎データとを入力することと、写像モデル402の格子点を形状モデル401に写像して解析メッシュを生成することと、を有する解析メッシュ生成方法において、生成メッシュ403の要素の歪みを判定し、歪みの大きい要素に対応する写像モデルの格子部分を変更し、変更された写像モデル404を使用して解析メッシュ405を生成する。解析メッシュ生成用基礎データは解析メッシュ403の目標要素寸法とし、写像モデル402を形状モデルデータと解析メッシュ生成用基礎データとから生成することが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 解析対象の形状モデルデータと解析メッシュ生成用基礎データとを入力することと、写像モデルの格子点を形状モデルに写像して解析メッシュを生成することと、を有する解析メッシュ生成方法において、生成メッシュの要素の歪みを判定し、歪みの大きい要素に対応する写像モデルの格子部分を変更し、変更された写像モデルを使用して解析メッシュを生成することを特徴とする解析メッシュ生成方法。

【請求項2】 請求項1記載の解析メッシュ生成方法において、

上記解析メッシュ生成用基礎データは解析メッシュの目標要素寸法であり、そして、上記写像モデルを形状モデルデータと解析メッシュ生成用基礎データとから生成することを特徴とする解析メッシュ生成方法。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の解析メッシュ生成方法において、

写像モデル上の格子部分を変更し解析メッシュを生成することを、複数回繰り返すことを特徴とする解析メッシュ生成方法。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載の解析メッシュ生成方法において、

要素の歪みを判定するパラメータを入力し、該パラメータで生成メッシュの要素の歪みを検出することを特徴とする解析メッシュ生成方法。

【請求項5】 解析対象の形状モデルデータと解析メッシュの目標要素寸法とを入力する手段と、該形状モデルデータと該目標要素寸法とから解析メッシュ生成のための写像モデルを生成する手段と、該写像モデルの格子点を形状モデルに写像する手段と、から構成される解析メッシュ生成装置において、

生成メッシュの要素の歪みを検出する手段と、歪みの大きい要素に対応する写像モデル上の格子部分を変更する手段と、を有することを特徴とする解析メッシュ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、解析メッシュを生成する方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 計算機を用いた数値解析計算により様々な物理現象を解明し、これにより性能や信頼性の高い製品の開発を支援するCAEシステムが知られており、解析メッシュが使用されている。解析メッシュとしては、数値計算を簡単にするために、3次元モデルには六面体、2次元モデルには四角形の要素のものが採用されている。

【0003】 従来、この六面体(四角形)の解析メッシュを生成するには、直交格子状の写像モデルの格子点を解析対象形状に写像し解析メッシュを生成する写像法が用

いられていた。ここで、解析対象の形状モデルから解析メッシュ生成のための写像モデルを自動生成する方法として、形状モデルの面や稜線の接続情報(位相情報)を用いて形状モデルに適合した写像モデルを自動生成する方法がある。これについては、「ミッシング方法及び装置」特開平1-311373号公報(日立)に記載されている。さらに、自動生成した写像モデルを端末画面上に表示し、これを対話的に修正しメッシュの要素形状や粗密を制御する方法がある。これについては、「数値解析用メッシュ生成方法及び生成装置」特開平7-127754号公報(日立)に記載されている。また、対話的に写像モデルを作成し、この写像モデルを基にメッシュを生成する方法がある。これについては、「解析モデルの作成方法」特開平5-2627号公報(バブコック日立)に記載されている。

【0004】 上記の従来方法では、生成メッシュの要素の歪みが大きい場合に、それを修正する操作に時間と手間がかかるという問題があった。特に、解析対象の形状モデルが複雑で大規模な場合には解析メッシュを修正する操作に多大な労力を要していた。また、従来の写像法では直交格子の格子点を写像するため規則的に並んだ六面体要素(2次元の場合には、四角形要素)のメッシュが生成されるが、この場合、曲面や曲線の凸部分に対応する部分で形状歪みの大きい要素が生成されることがある。また、従来方法では形状モデルを変更せずにこの要素の形状歪みを改善することはできなかった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、上記課題を解決し、歪みの少ない要素で構成される六面体(四角形)メッシュを自動生成できる解析メッシュ生成方法及び装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、解析対象の形状モデルデータと解析メッシュ生成用基礎データとを入力することと、写像モデルの格子点を形状モデルに写像して解析メッシュを生成することと、を有する解析メッシュ生成方法において、生成メッシュの要素の歪みを判定し、歪みの大きい要素に対応する写像モデルの格子部分を変更し、変更された写像モデルを使用して解析メッシュを生成する解析メッシュ生成方法である。

【0007】 また、本発明は、上記解析メッシュ生成用基礎データは解析メッシュの目標要素寸法であり、そして、上記写像モデルを形状モデルデータと解析メッシュ生成用基礎データとから生成する解析メッシュ生成方法である。

【0008】 そして、本発明は、写像モデル上の格子部分を変更し解析メッシュを生成することを、複数回繰り返す解析メッシュ生成方法である。

【0009】 更に、本発明は、要素の歪みを判定するパラメータを入力し、該パラメータで生成メッシュの要素

の歪みを検出する解析メッシュ生成方法である。

【0010】また、本発明は、解析対象の形状モデルデータと解析メッシュの目標要素寸法とを入力する手段と、該形状モデルデータと該目標要素寸法とから解析メッシュ生成のための写像モデルを生成する手段と、該写像モデルの格子点を形状モデルに写像する手段と、から構成される解析メッシュ生成装置において、生成メッシュの要素の歪みを検出する手段と、歪みの大きい要素に対応する写像モデル上の格子部分を変更する手段と、を有する解析メッシュ生成装置である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の発明の実施の形態を説明する。本発明の解析メッシュ生成方法及び装置の一実施例について、図面を用いて説明する。図1は、本実施例の解析メッシュ生成装置の全体システム構成の説明図である。図2は、メッシュ生成処理の流れの説明図である。図3は、形状モデル、写像モデル及び解析メッシュの一例の説明図である。図4は、写像モデルの変更方法の説明図である。図5は、要素の形状歪みの改善方法の説明図である。図6は、要素の形状歪みの第2の改善方法の説明図である。図7は、三角形状の解析メッシュ生成の説明図である。

【0012】本実施例の解析メッシュ生成装置は、形状入力部101と、写像モデル生成部102と、メッシュ生成部103と、要素形状評価部104と、写像モデル修正部105と、メッシュ出力部106と、データベース107と、入出力装置108と、から構成される。形状入力部101は、解析対象の形状モデルデータ、解析メッシュの目標要素寸法及び要素の歪みを判定するパラメータを入力する。入力した形状モデルデータ等はデータベース107に格納される。解析メッシュの目標要素寸法及び要素の歪みを判定するパラメータは、解析メッシュ生成用基礎データである。解析メッシュ生成用基礎データとして解析メッシュの格子点の個数等を使用することも可能である。写像モデル生成部102は、入力した形状モデルデータと解析メッシュの目標要素寸法とからメッシュ生成のための写像モデルを生成する。メッシュ生成部103は、写像モデルの格子点を形状モデルに写像して解析メッシュを生成する。要素形状評価部104は、要素の歪みを判定するパラメータを使用して生成メッシュの各要素の歪みについて算出して歪みの大きい要素を検出する。写像モデル修正部105は、要素形状評価部104で歪みの大きい要素を検出すると、解析メッシュの要素歪みの大きい要素に相当する写像モデルの格子点を修正する。メッシュ出力部106は、生成された解析メッシュを表示する。データベース107は、形状モデル、写像モデル及び解析メッシュのデータを格納する。入出力装置108は、ディスプレー、キーボード、マウス等である。本実施例では入力した形状モデルデータと解析メッシュの目標寸法とから写像モデルを生成し

たが、写像モデルデータを直接入力することも可能である。

【0013】次に、形状入力からメッシュ出力までの処理の流れを図2及び図3を用いて説明する。

1) 入出力装置を用いて、解析対象の形状モデル301、生成する解析メッシュの目標要素寸法及び要素歪みを判定するパラメータ等の要素形状基準値のデータを入力する(S201)。要素形状基準値については後述する。

2) 入力された形状モデル301から写像モデル302を生成する。ここでは、形状モデルを構成する稜線の方向ベクトルと面の法線ベクトルから、直交格子空間における稜線と面の方向を決定する。さらに、稜線の長さと目標要素寸法から稜線の分割数を決定し、直交格子空間内に形状モデルに適合した写像モデルを生成する(S202)。

3) この写像モデルの格子点を形状モデルに写像し六面体の解析メッシュ303を生成する(S203)。写像する関数としては、橢円型微分方程式のラプラス関数を用いている。

4) 要素形状の歪みを算出する(S204)。要素形状の歪みは、六面体要素を構成する面の内角と比較する角度の値とする(四角形要素のときは、隣り合う線の内角と比較する角度とする)。

5) 要素歪みが要素形状基準値以下であるか判定する(S205)。要素形状基準値を使用する。要素形状基準値としては、六面体要素を構成する面の内角と比較する角度(四角形要素のときは、隣り合う線の内角と比較する角度)が、例えば、150度に設定した場合には、面の内角が150度を超える要素は形状歪みが大きいと判定する。

6) 要素歪みが要素形状基準値以下であると判断されたとき、生成されたメッシュを最終メッシュとして出力し(S207)、終了する。

【0014】以下、要素歪みが要素形状基準値を超えると判断されたときに、生成された初期メッシュの要素の形状歪みを低減する処理について説明する。上記5)において、要素歪みが要素形状基準値を超えると判定されたとき、形状歪みの大きい要素が存在するので、該要素に対応する写像モデルの格子部分を変更する(S206)。写像モデルの変更方法については、後で詳しく述べる。そして、変更後の写像モデルを用いて改良メッシュを生成する。以下、改良メッシュに形状歪みの大きい要素が無くなるまで、上記の処理を1回又は複数回繰り返す。写像モデルの変更方法について、図4及び図5を用いて説明する。ここでは理解しやすくするために、2次元モデルで説明する。例として円形状の形状モデル401を用いる。まず初期写像モデル402及び初期メッシュ403を生成する。この場合、初期メッシュの四隅(右上、左上、右下、左下)に形状歪みの大きい要素が

生成されている。形状歪みの大きい要素とこの要素に対応する写像モデルの格子点を図5(a)及び図5(b)に示す。該要素を構成する4つの節点をそれぞれa₁、a₂、a₃、a₄とし、そして、それらの解析メッシュの節点a₁、a₂、a₃、a₄に対応する写像モデルの格子点をそれぞれb₁、b₂、b₃、b₄で表す。面の内角(∠a₂a₁a₃)が要素形状基準値を超えている場合、節点a₂、a₃に対応する格子点b₂、b₃を格子点b₁と一致させる。これにより、節点a₁、a₂、a₃、a₄からなる要素の面積は零となり、除去したことになる。具体的には、格子点b₂、b₃の写像先の座標値を格子点b₁の写像先の座標値と同じにする。すなわち、要素形状基準値を超える面の内角(∠a₂a₁a₃)が存在する場合には、その内角の頂点a₁に隣接する2つの節点a₂、a₃を頂点a₁の座標値に一致させる処理により、写像モデルを変更する。変更後の写像モデル404と改良メッシュ405を図4に示す。

【0015】なお、内角の頂点に隣接する2つの節点a₂、a₃を頂点a₁の座標値に一致させる方法で説明したが、図6に示すように、2つの節点a₂、a₃のうち一方のみを頂点a₁の座標値に一致させる方法でも可能である。そのときは、隣接する2つの線分a₁a₂、a₁a₃のうち短い線分a₁a₂側の節点a₂を一致させるようとするのが好ましい。この場合、メッシュの変更した部分は三角形になるため、その後の数値計算が複雑になる等が生じるため、注意が必要である。

【0016】3次元モデルの場合も同様に、六面体要素の6つの面に対して内角を計算し、その内角が要素形状基準値を超える要素に関して節点を一致させる処を行なう。但し、節点を一致させる処理で六面体要素の体積が零になったとき、該要素を除去する。3次元の場合には、三角柱形状の要素が六面体要素に混在するようにする方法も使用することができる。

【0017】写像モデルの変更処理を複数回繰り返す例として、図7に示す三角形状の形状モデルを用いて説明する。形状モデル601は、初期写像モデル602により初期メッシュ603が生成されるが、初期メッシュ603における解析メッシュ要素B10の内角に要素形状基準値を超えるものがあるため、解析メッシュ要素B10は形状歪みの大きい要素と判定される。形状歪みの大きい要素と判定された解析メッシュ要素B10に対応する初期写像モデル602の格子部分A10は変更され、一次変更写像モデル604となる。次に、一次変更写像モデル604を使用して一次改良メッシュ605が生成される。一次改良メッシュ605における解析メッシュ要素B20の内角に要素形状基準値を超えるものがあるため、解析メッシュ要素B20は形状歪みの大きい要素と判定される。形状歪みの大きい要素と判定された解析メッシュ要素B20に対応する一次変更写像モデル604の格子部分A20は変更される。その際、2つの節点

を頂点の座標値に一致させる方法では、変更される解析メッシュ要素B20の隣接する解析メッシュ要素B21、B22及びそれらに対応する一次変更写像モデル604の格子部分A21、A22の形状が三角形になるため、その一次変更写像モデル604の格子部分A21、A22も変更する必要が生じ、二次変更写像モデル606となる。以下、要素歪みが要素形状基準値を超える形状歪みがなくなるまで、このような写像モデルの変更処理を繰り返す。そして、要素歪みが要素形状基準値を超える形状歪みがなくなり、最終改良メッシュ607が得られる。2つの節点を頂点の座標値に一致させる方法では、変更されるメッシュの部分の隣接する解析メッシュ部分B21、B22及びそれらに対応する写像モデルの格子部分A21、A22の形状が三角形となり、その三角形の解析メッシュ要素及び写像モデルの格子部分も変更する必要が生じる場合がある。

【0018】

【発明の効果】本発明によれば、ユーザが設定した要素形状基準値を超える形状歪みの大きい要素を検出し、該要素に対応する写像モデルを修正し、形状歪みの大きい要素を除去する処理を自動的に行なうことができるので、要素の形状歪みを低減させるための形状モデルの変更作業やメッシュ作成後のメッシュ修正作業を大幅に短縮できる。また、要素の形状歪みは解析実行の可否や解析精度に大きく影響するため、本発明により解析の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例のメッシュ生成装置の全体システム構成の説明図。

【図2】本実施例のメッシュ生成処理の流れの説明図。

【図3】本実施例の形状モデル、写像モデル、解析メッシュの例の説明図。

【図4】本実施例の写像モデルの変更方法の説明図。

【図5】本実施例の要素の形状歪みの改善方法の説明図。

【図6】本実施例の要素の形状歪みの第2の改善方法の説明図。

【図7】本実施例の三角形状の解析メッシュ生成の説明図。

【符号の説明】

101 形状入力部

102 写像モデル生成部

103 メッシュ生成部

104 要素形状評価部

105 写像モデル修正部

106 メッシュ出力部

107 データベース

108 入出力装置

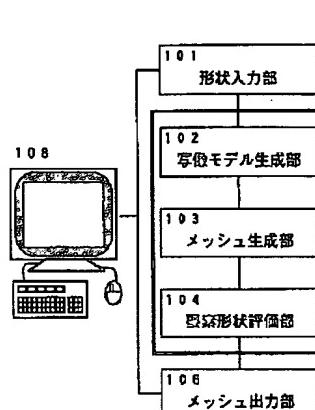
301 形状モデル

302 写像モデル

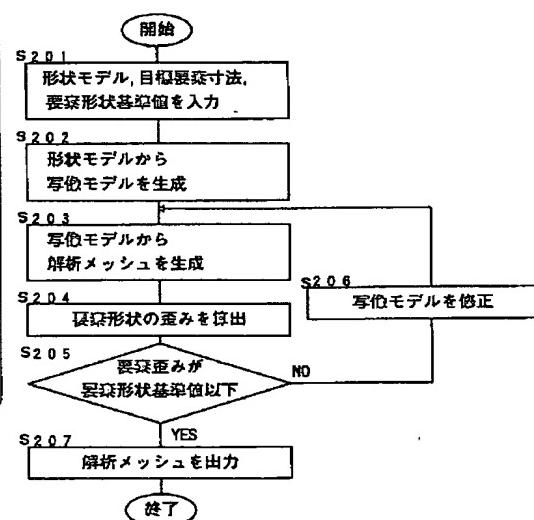
303 解析メッシュ
 401 形状モデル
 402 写像モデル
 403 初期メッシュ
 404 変更写像モデル
 405 改良メッシュ
 601 形状モデル

602 写像モデル
 603 初期メッシュ
 604 一次変更写像モデル
 605 一次改良メッシュ
 606 二次変更写像モデル
 607 最終改良メッシュ

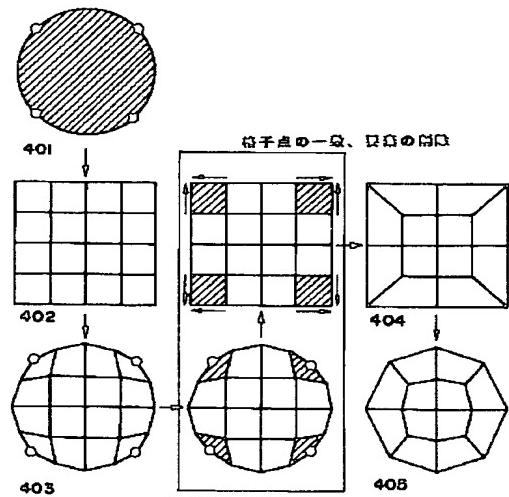
【図1】



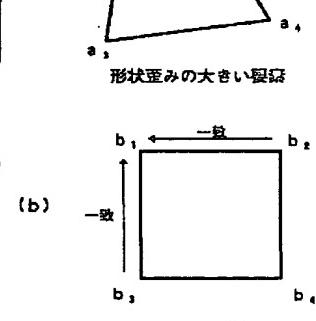
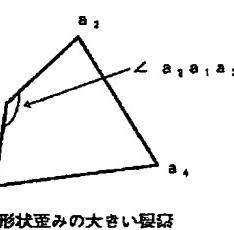
【図2】



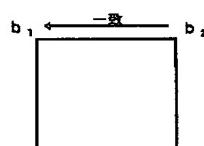
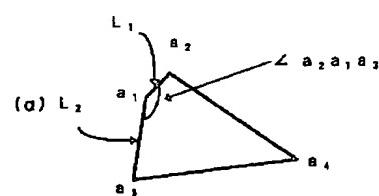
【図4】



【図5】

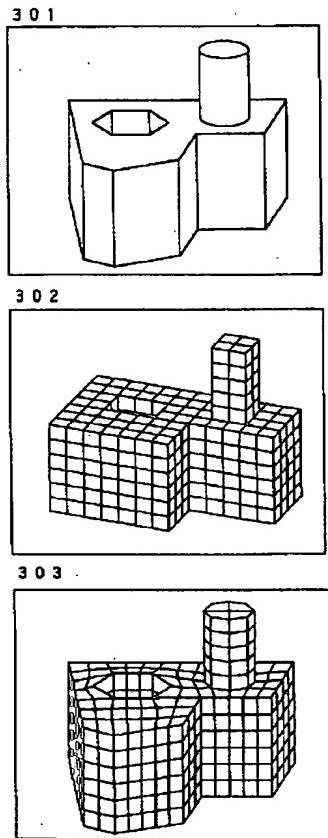


【図6】



写像モデルの格子点

【図3】



【図7】

